

## **MODIFICAÇÕES NA MORFOLOGIA DA PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO SANTO ANASTÁCIO – SP**

**Tainá Medeiros Suizu<sup>1</sup>**

**Paulo Cesar Rocha<sup>2</sup>**

**RESUMO:** O Rio Santo Anastácio, nos últimos anos, sofreu bruscas mudanças na morfologia de sua planície aluvial, não só por uma aceleração das atividades antrópicas na bacia hidrográfica, sobretudo a produção de cana-de-açúcar e o desenvolvimento do setor agro-pastoril, mas também pela criação, em 1998, do lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Mota – Porto Primavera, no rio Paraná, que criou uma zona de remanso em parte de seu baixo curso. Tal situação exige um aprofundamento no conhecimento das mudanças efetivas ocorridas nas morfologias da referida área nos últimos anos. Assim, este trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa das formas deste ambiente ao longo do tempo, mais especificamente em duas datas marcantes, o ano de 2010, e 1997, ano anterior à construção do lago da Usina Hidroelétrica de Porto Primavera. Para a identificação das mudanças ocorridas na planície, fez-se uso de imagens do Satélite Landsat 5, as quais foram processadas e editadas nos programas ArcGis 9.3. Os resultados nos mostraram que mudanças efetivas ocorreram principalmente nos setores do baixo curso, próximo à foz, entretanto, como o sistema fluvial é um ambiente complexo, foram também encontradas variações morfométricas relacionadas a litologias e estruturas, independentemente do período.

**Palavras-chave:** Rio Santo Anastácio. Planície aluvial. Atividades antrópicas.

### **1. INTRODUÇÃO**

A ação antrópica sobre a dinâmica dos sistemas naturais é alvo de estudo de diferentes ramificações do conhecimento científico. Na geografia física, estas investigações são orientadas para a análise espacial das organizações derivadas da relação do sistema socioeconômico com os elementos do sistema natural. A geomorfologia, ao longo da evolução de seus métodos e técnicas, procurou pela inserção do homem em seus estudos específicos sobre as formas e processos do relevo (SIMON, et al., 2010).

---

<sup>1</sup> autora : graduanda em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP- Presidente Prudente

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP- Presidente Prudente



**ANAP**

Ferramenta crucial ao bom desempenho destes estudos foi a inserção da tecnologia nos estudos espaciais. As chamadas geotecnologias trazidas pela socialização dos dados de Sensoriamento Remoto, assim como os programas de SIG, hoje muito difundidos no meio acadêmico, permite-nos estar cada vez mais próximos do objeto de estudo, monitorando-os de forma dinâmica e permitindo a realização de estudos ao longo de um período de tempo.

É dentro de tais abordagens que este trabalho procurou elucidar as mudanças ocorridas na planície fluvial do Rio Santo Anastácio ao longo das últimas décadas, haja visto que o mesmo vem sofrendo interferências antrópicas tanto na ocupação, com finalidades econômicas, de sua bacia de drenagem, como também na criação do Lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Mota no Rio Paraná que interferiu em suas morfologias a montante. Uma análise espaço-temporal desta paisagem fluvial se faz assim necessária.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio situa-se no oeste do Estado de São Paulo, perfazendo uma área de aproximadamente 2.000 km<sup>2</sup> e abrangendo grandes centros urbanos, como as cidades de Presidente Prudente, Presidente Bernardes, Santo Anastácio, Presidente Venceslau e Presidente Epitácio (GUEDES et al., 2006) (figura 1).

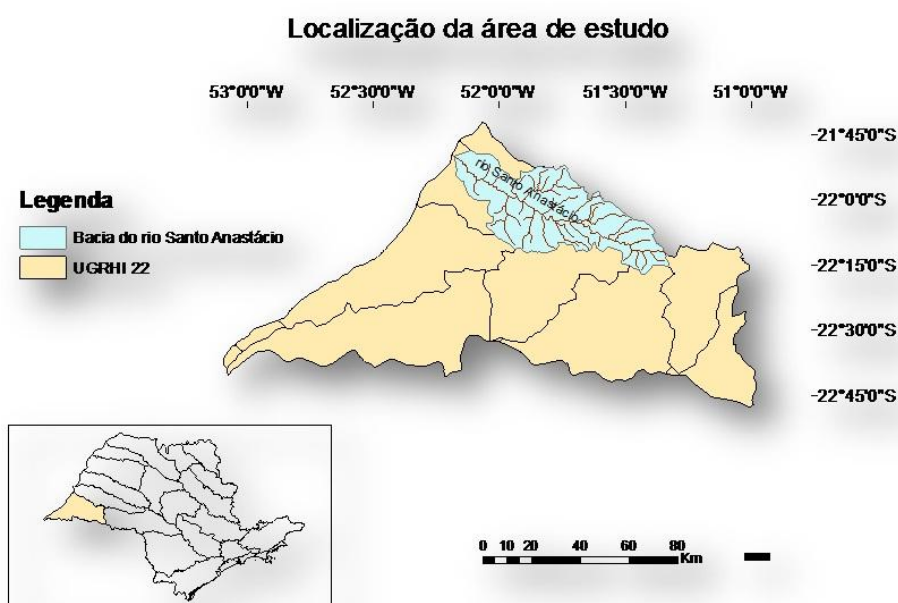


Figura 1: Localização da área de estudo – Bacia do rio Santo Anastácio inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 22 (UGRHI 22)- Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo.

Segundo Stein (1999 apud GUEDES et al., 2006), a ocupação desta bacia foi mais intensa a partir da segunda metade do século XX, agregando diversas atividades antrópicas com desmatamento em larga escala. Esse tipo danoso de ocupação do solo resultou em inúmeros impactos ambientais negativos, especialmente ligados a processos erosivos acelerados, laminados e lineares, com o conseqüente assoreamento da rede de drenagem, observando-se colmatação de calhas fluviais com o recobrimento de depósitos aluviais pretéritos e mesmo de porções de encostas.

Com relação ao clima da região, este é classificado como tropical alternadamente úmido e seco, segundo a classificação de Strahler. Quanto à geologia predominam as rochas do Grupo Bauru, a qual a extensão predominante é a formação Adamantina, que ocorre nas cotas mais elevadas estendendo-se das proximidades do Rio Paraná e Paranapanema até os limites norte e leste da área de estudo e, em termos estruturais, a bacia do rio Santo Anastácio encontra-se no âmbito do feixe de lineamentos de direção NW-SE que compõem a zona do Alinhamento Estrutural de Guapiara (FERREIRA et al., 1981 apud GUEDES et al., 2006); o alto vale acha-se interceptado pela Sutura Presidente Prudente, de direção NE-SW (IPT, 1989 apud GUEDES et al., 2006).

### 3. MÉTODOS

O primeiro passo se deu na escolha das imagens para a visualização das mudanças temporais da planície. Assim, como para este tipo de análise se dá preferência para o uso de imagens em diferentes épocas, mas que sejam obtidas do mesmo satélite, optou-se pelas do satélite Landsat 5, lançado em 1984 e ativo até os dias de hoje. Foram escolhidas, desta forma, imagens em duas épocas diferentes: um ano antecedente à criação do Lago da Usina Sérgio Motta (1997) e nos dias atuais 2010 (pela falta de opções das imagens de 2011 até a época do presente estudo). Após a escolha das imagens, estas foram corrigidas e georreferenciadas no programa ArcGis 9.3 e foi feita a composição colorida das mesmas, com as bandas que foram de maior interesse ao nosso objetivo de estudo.

Dado um prévio conhecimento das bandas, a imagem foi composta pelas bandas 5, 4 e 3. Assim, após tal procedimento, foi feita a vetorização da planície fluvial. As imagens escolhidas foram pegadas em épocas chuvosas (fevereiro e março) para que melhor se pudesse reconhecer, por exemplo, as bacias de inundação alagada, assim como as áreas inundáveis na planície e em época de pós-estiagem (novembro) para reconhecer a influência do reservatório mesmo em épocas de poucas chuvas. Entretanto, a vetorização se deu de forma imprecisa, de difícil delimitação devido à baixa resolução destas imagens.

Vetorizada a planície nas duas épocas propostas, foi feito, a partir do shapefile poligonal criado, o cálculo da área e do perímetro nas duas imagens, para que as mudanças fossem quantificadas. O produto de tal trabalho se deu por mapas comparativos da área que serão analisados mais à frente, lembrando que, a planície foi vetorizada da foz à nascente até o ponto em que esta pode ser visualizada, pois mais à montante o canal se faz encaixado e a vegetação esconde o canal na imagem.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os cálculos dos vetores na planície revelaram as mudanças ocorridas na mesma em termos quantitativos. No ano de 1997, a área da planície era de: 36.299.722,65 m<sup>2</sup> e o perímetro: 248.415,51 m. Já em 2010, a planície tinha uma área de: 37.210.359,33 m<sup>2</sup> e o perímetro de: 250.446,16 m. Ou seja, a planície aumentou nos últimos anos, mais especificamente, ganhou 910.636,68 m<sup>2</sup> de área e 2.030,65 m de perímetro. Durante os cálculos, pode-se concluir que à jusante do canal houve maior expressividade no aumento da área, local de maior influência do lago da Usina Hidrelétrica Sérgio Motta (Porto Primavera).

No trecho montante da planície de inundação, de treze anos pra cá, não ocorreram mudanças expressivas na forma do canal, um exemplo pode ser visto no trecho inicial da planície localizado na figura 2.

Entretanto, ao passo que a planície vai se estabelecendo e ganhando amplitude em direção à jusante, o canal do rio Santo Anastácio teve algumas de suas formas redefinidas, assim, alterações na calha nestes trechos nítidas quanto mais à jusante.



Como pode ser visto nas figuras 3, o canal em 1997 se fazia mais sinuoso do que em 2010 (setas em vermelho) e, em outros pontos (figura 4) ele teve seus meandramentos ampliados na planície (setas azuis).

Com relação à ampliação dos meandros, esta se faz significativa, em termos gerais na planície, neste trecho do médio curso. A mesma se explicam por redefinição natural dos canais: segundo Christofolleti (1981) os meandros, no tocante à evolução de suas formas ao longo do tempo, são caracterizados pela migração do canal na planície e o aumento da amplitude do meandro o que levará a um futuro estrangulamento dos pedúnculos. Em se tratando desta evolução, Hickin (1974 apud CHRISTOFOLLETI, 1981) afirma que de início há aumento do raio de curvatura e predomínio da migração lateral,

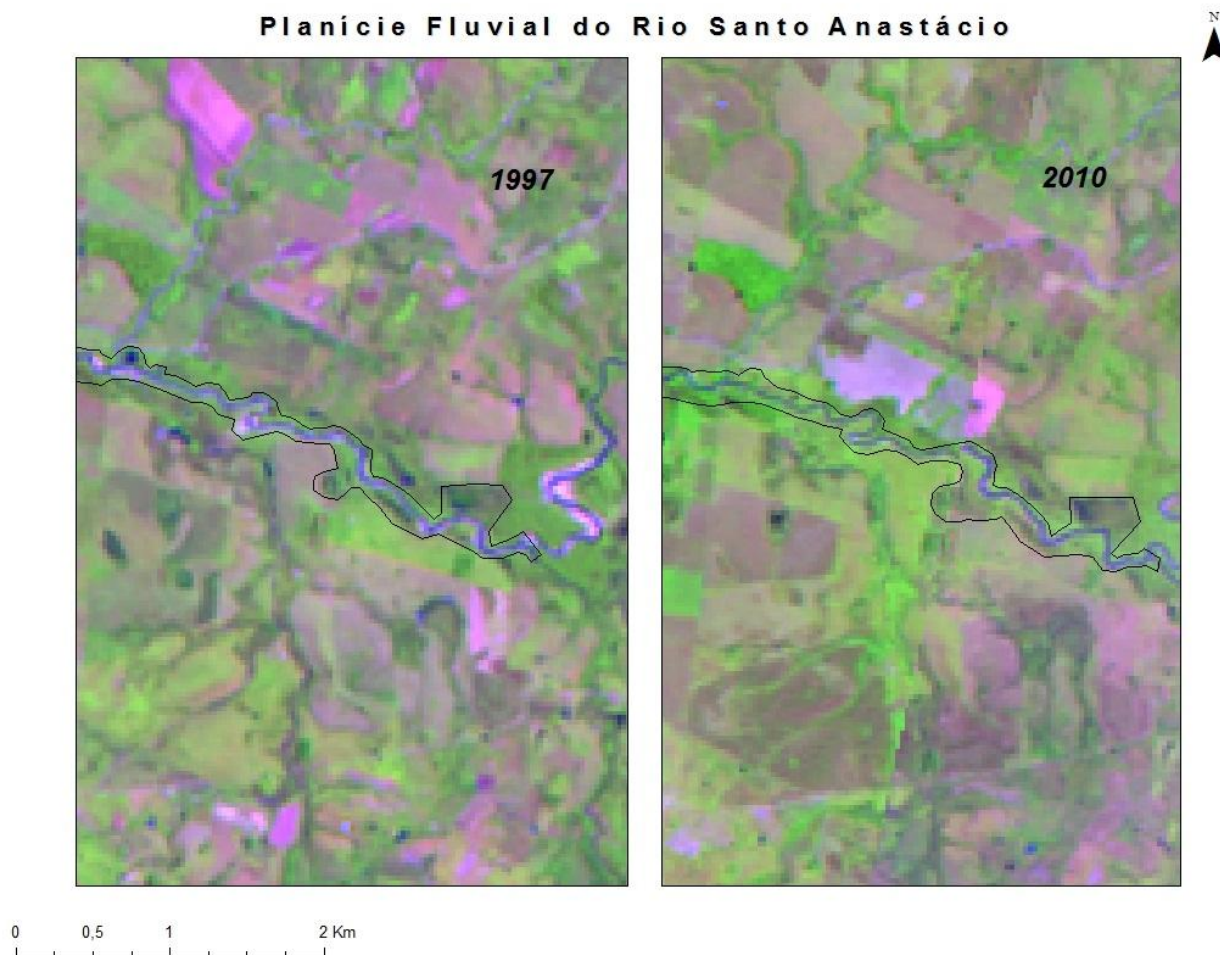


Figura 2: trecho inicial da planície de inundação localizado no médio curso.

quando são alcançados valores de resistência mínima, há passagem para o predomínio da migração para jusante. Assim, devido a este trabalho contínuo dos canais meândricos de erosão e deposição de sedimentos, esta ampliação em alguns trechos no referido sentido é reflexo dos processos inerentes ao canal.

Já com relação à diminuição da sinuosidade do canal, pode-se notar que este também é um padrão de comportamento constante durante todo o médio curso do rio. Assim, inferências acerca da existência de *knickpoints* que controlariam o rio em determinados trechos, concedendo-lhe maior declividade e assim, uma diminuição da sinuosidade em função de entalhamento, é uma hipótese secundária, haja vista que tal situação se faz presente por um longo trecho da calha do rio, e não apenas pontualmente.

Outra hipótese a ser levantada, tendo o conhecimento da evolução dos canais acima citada, seria pensar a redefinição de tais formas como resultantes da evolução do canal.

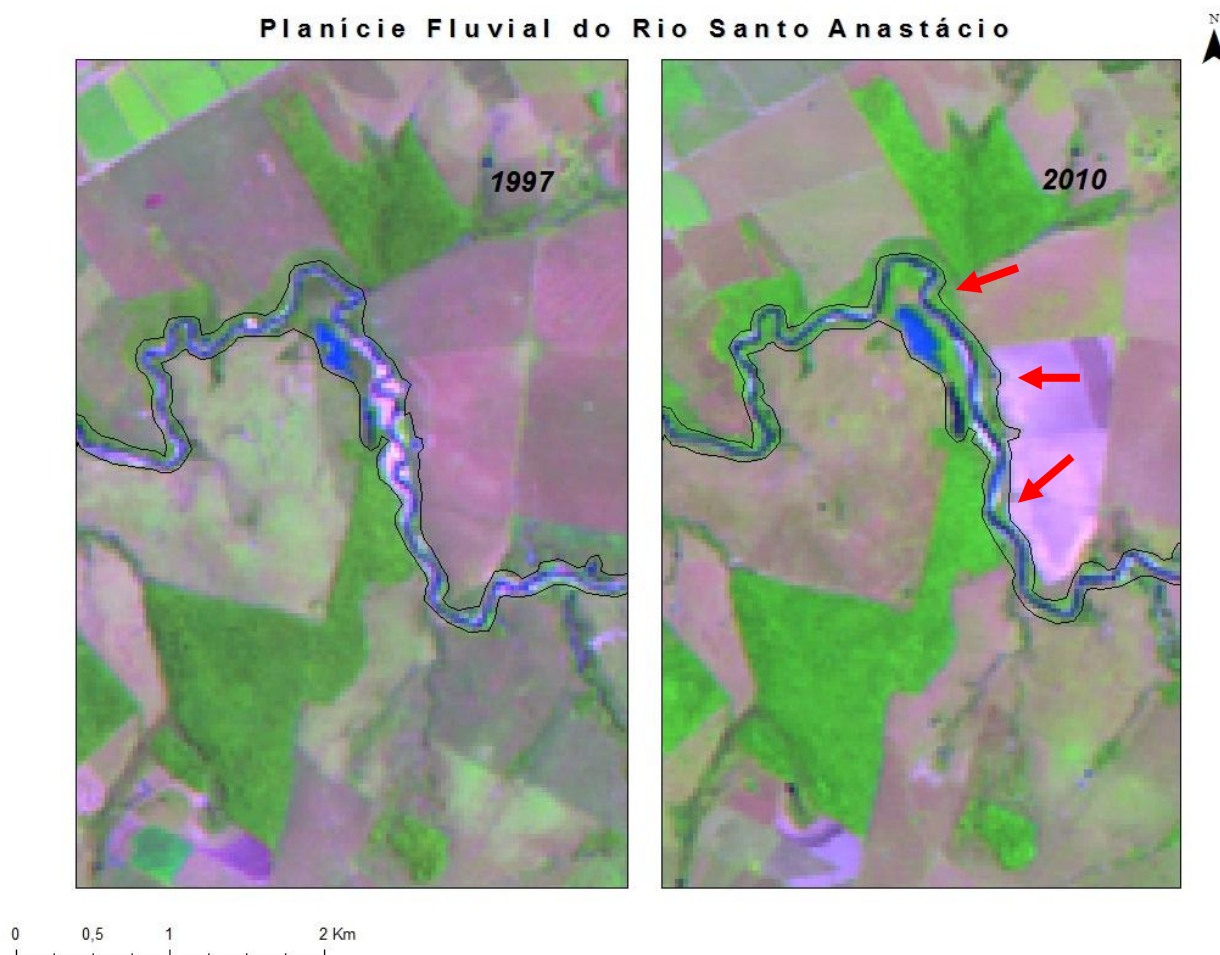


Figura 3: trecho referente ao médio curso do rio, em direção à jusante.

Dada a afirmação de que a expansão da curva meândrica assinala o aumento do raio de curvatura e do comprimento do meandro, Hickin e Nanson (1975 apud ZANCOPÉ et al, 2009 p. 38), concluem que:

“O aumento do raio de curvatura de uma curva resulta no decréscimo no raio de curvatura da curva adjacente” e “o aumento contínuo do raio de curvatura e do comprimento do meandro leva ao aumento do índice de sinuosidade e subsequente abandono de canal por corte de pedúnculo. Ou seja, a expansão contínua faz os meandros adjacentes se unirem por meio do estrangulamento do pedúnculo.”





**ANAP**

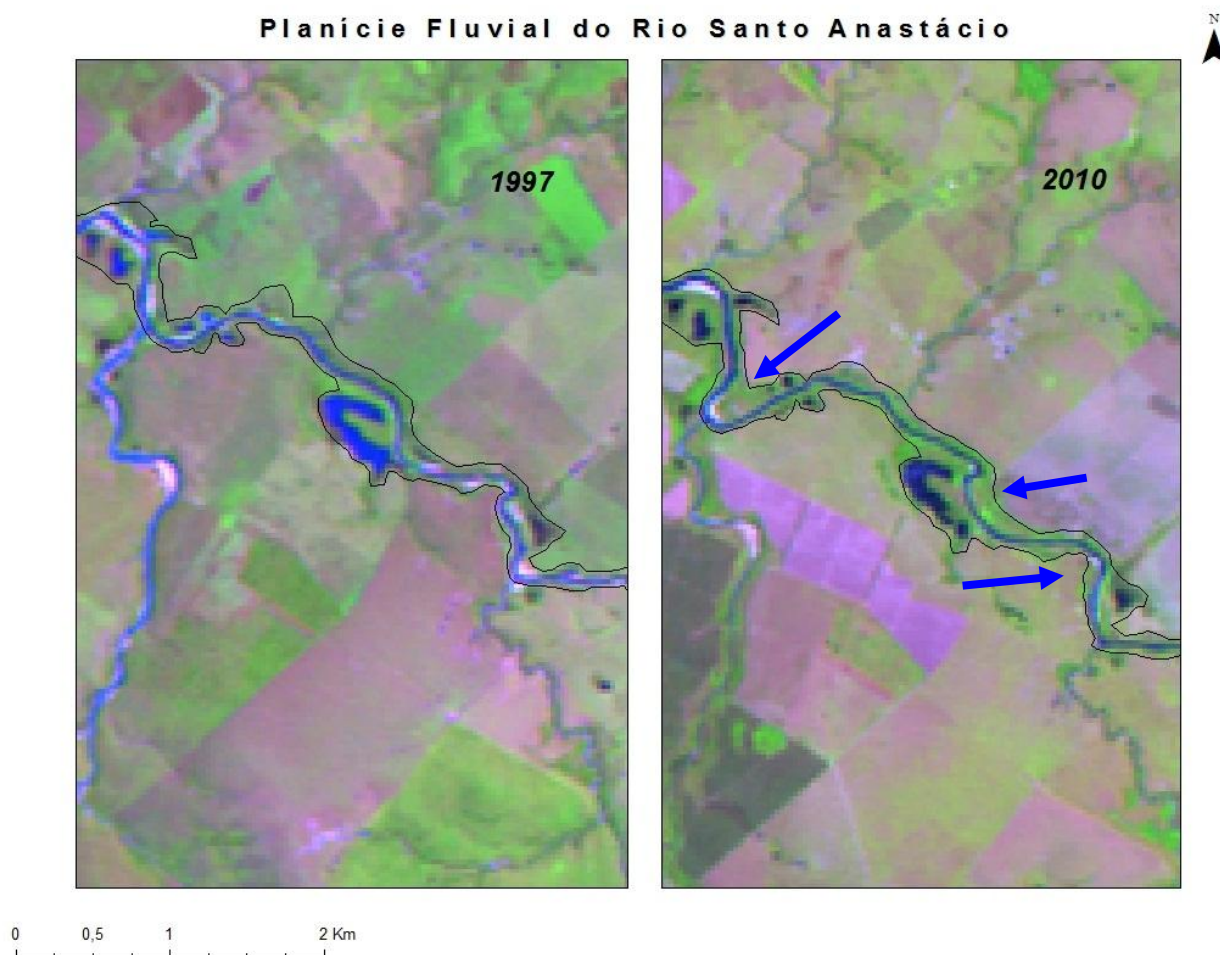


Figura 4: trecho referente ao médio curso do rio, em direção à jusante.

Tal afirmação, porém, não pode ser aventada em tais pontos do rio em discussão, pois, a ocorrência do corte de pedúnculo em um curto espaço de tempo como este, provavelmente deixaria marcas dos canais abandonados nestes trechos, e imagens mais detalhadas do Google Earth nos revelam a inexistência dos mesmos.

Desta forma, deve-se levar em conta para tal análise o comportamento da sinuosidade perante as variáveis hidráulicas que submeteram o canal a esta nova situação. Segundo Petts & Foster (1985), a “criação das curvas meândricas reduz o gradiente do canal e diminui a taxa de energia perdida”. Neste mesmo sentido, Zancoppe (2008 p. 15) afirma que:

“Observando o modelo que relaciona gradiente fluvial proposto por Schumm (1981 *apud* GREGORY; SCHUMM, 1987), se ocorrer aumento do gradiente, por



exemplo, a velocidade do fluxo e a capacidade de transporte serão aumentadas, modificando os mecanismos de transporte. Conseqüentemente, o rio que transportava carga em suspensão passará a transportar carga mista (carga suspensão + de fundo). Essas alterações nos mecanismos de transporte promovem mudanças na geometria hidráulica, aumentando a sinuosidade do rio.”

É válido lembrar que a dinâmica fluvial é resultante do tipo de regime dos cursos d'água. Assim, dado que a atuação das massas de ar se dá de forma diferenciada na bacia ao longo do ano (caracteriza pelo clima tropical úmido da região, com invernos secos e verões chuvosos), tal aspecto também tem que ser salientado na análise.

Diante do exposto, a redefinição dos canais pode ter ocorrido por um caminho inverso ao proposto por Schumm (1981 apud ZANCOPE, 2008), já que as imagens analisadas do ano de 2010 são referentes (no trecho em discussão) a uma época de pós-estiagem, o mês de novembro. Desta forma, pode-se deduzir que a diminuição dos meandramentos tenha se dado por um menor aporte de água no sistema nestes trechos nesta determinada época, e, conseqüentemente, acarretando em uma diminuição da energia que deu como desnecessária as curvas antes delineadas, redefinido o canal a esta nova situação hidrológica.

No período de tempo em questão, as morfologias à jusante no canal, conforme vão se aproximando da foz, não sofreram grandes mudanças. Na figura 5, na foz do canal, pode-se notar que as mudanças foram minimizadas e o nível de água aumentou significativamente, lembrando que tais imagens referentes a 2010, são de uma época de pós-estiagem, o que, habitualmente, traria condições contrárias ao canal.

Tal fato pode ser explicado pelo aumento do nível de base à jusante do canal, ocorrido entre essas datas, mais especificamente, a partir de 1998, com a criação do lago da Usina Sergio Motta em Porto Primavera. A criação do lago elevou a foz do rio Santo Anastácio à cota 257 m, redefinindo assim as morfologias na desembocadura do rio: a foz se elevou e recuou, provocando alargamento do canal, diminuição da velocidade e assim, mudança no tipo de sedimentação naquele local, além do aumento do nível d'água.

Como o canal se faz um sistema integrado e aberto, tais mudanças na foz redefiniram as morfologias também à montante do mesmo. Isto explica a causa das morfologias do baixo curso do rio apresentar características próprias e diferenciadas:

apesar de não terem ocorrido grandes mudanças em termos morfológicos, a presença de água nestas áreas, mesmos em épocas de poucas chuvas, é reflexo deste controle exercido pelo aumento do nível d'água, que acabou por conceder mais água ao sistema, controlando e influenciando áreas à montante.

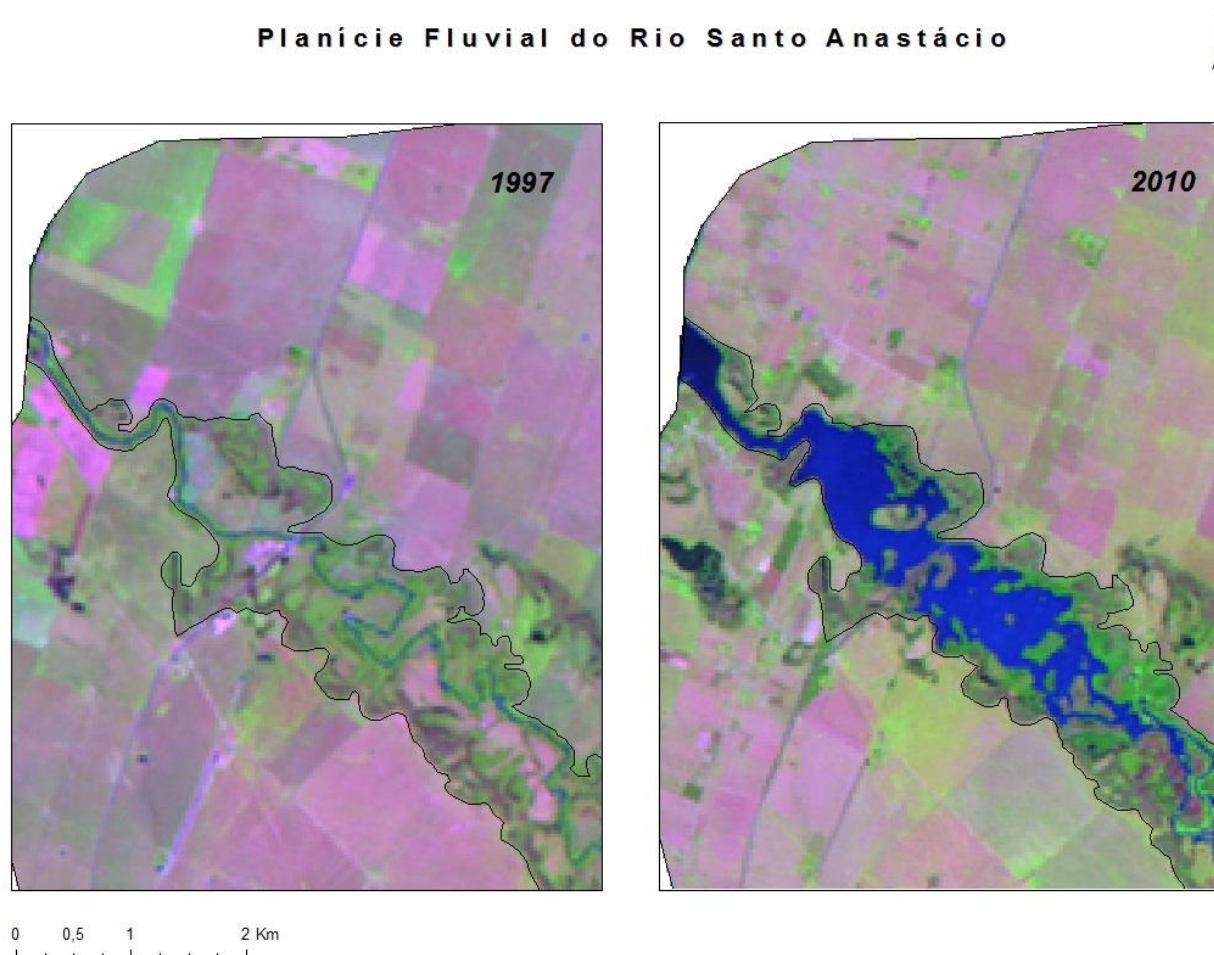


Figura 5: trecho final da planície de inundação- a foz do Rio Santo Anastácio

Entretanto, existe um limite da área de influência do reservatório no canal. Provavelmente, quando do encontro da primeira ruptura de declive, esta influência termina, pois a mesma não tem energia para ultrapassar esta declividade mais acentuada. Rupturas de declives se dão pela presença de *knickpoints* e soleiras relacionados às influências tectônicas e lito-estruturais que afetam o gradiente do canal fluvial pelo desenvolvimento de níveis de base regional. Tais níveis de base influenciam no ajuste de equilíbrio do perfil longitudinal do curso d'água e a dinâmica fluvial, alterando



a disponibilidade de energia para o trabalho fluvial, modificando os mecanismos de transporte da carga detrítica e a morfologia (padrão) do canal (ZANCOPE, 2008).

Um exemplo deste controle litológico no canal se faz em destaque na figura 6, provavelmente, o mesmo seja o limiar de influência do reservatório no canal. A presença desta faixas de estrangulamento da calha fluvial influem nitidamente na largura da faixa de planície. Como dito, o nível de base da foz, mesmos se fazendo mais elevado, não tem capacidade para sobrepor influências em altitudes muito maiores.

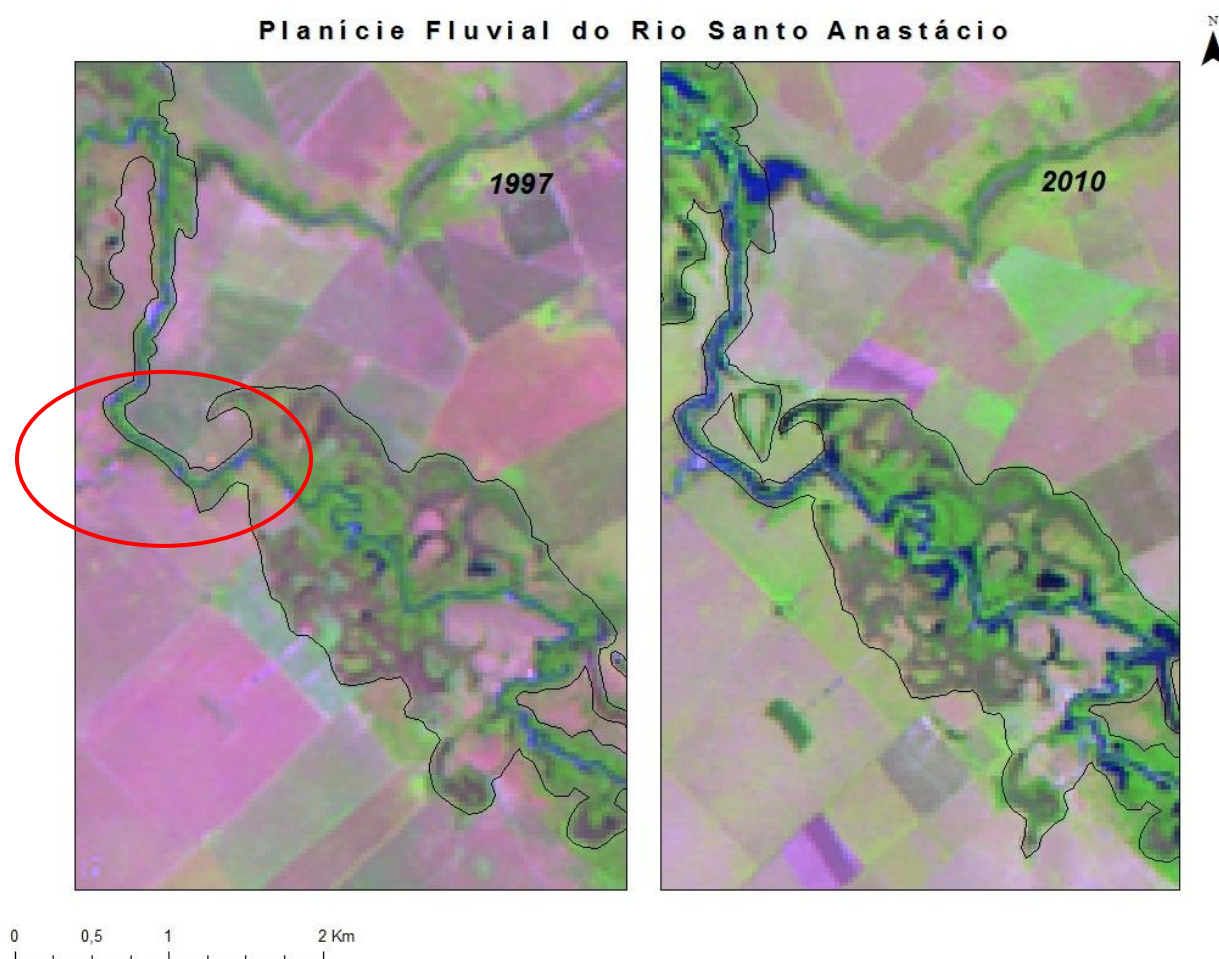


Figura 6: Ruptura de declive localizada no alto curso do rio Santo Anastácio – trecho próximo à foz.

Entretanto, ele pode continuar influenciando após a ruptura de declive, mas com menor intensidade. Esta influência à montante na planície se dá pela redefinição do nível da



água na foz do canal, que acaba por influir também no nível freático da planície até certo ponto, mantendo áreas alagadas que antes não o eram.

É possível, ainda, que haja alterações na morfometria do canal e planície mais sutis, entretanto, a resolução das imagens utilizadas não permitem observar.

## 5. CONCLUSÃO

Ainda não se fazem nítidas as verdadeiras causas das discontinuidades, mudanças e evoluções do sistema planície de inundação do Rio Santo Anastácio, tal desafio, visto sob a perspectiva da literatura existente referente ao tema, traz uma gama de possibilidades a tais questões, já que o canal sofre influência de inúmeros fatores (desde a litologia, à quantidade de água e sedimentos dados ao canal). Hoje, um fator indubitavelmente crucial à redefinição das morfologias da planície é a ação humana neste ambiente, no caso do Rio Santo Anastácio esta ação não se dá somente pela construção do lago da usina próximo à sua foz, mas também em toda a ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Anastácio. Assim, a mensuração e identificação das mudanças ocorridas abrem-nos portas de novas experiências e metodologia para a compreensão do dinamismo deste ambiente, que possam vir a auxiliar no planejamento e manejo destas áreas.

*Agradecimentos à FAPESP pelo apoio financeiro.*

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHISTOFOLETTI, A.- Geomorfologia Fluvial. São Paulo:Edgard Blucher, 1981.
- GUEDES, et al. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do Rio Santo Anastácio (SP) para detecção de possíveis deformações neotectônicas. Revista UnG – Geociências V.5, N.1, P. 75-102. 2006.
- Marcio Henrique de Campos Zancopé. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP : [s.n.], 2008.
- SIMON, A. L. H., et al. Análise da morfologia original nos estudos sobre a evolução do relevo antropogênico. In: VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Sustentabilidade da "Gaia", ambiente, ordenamento e desenvolvimento. Coimbra : Universidade de Coimbra, 2010. v. 1, p. 1-10.
- ZANCOPÉ et al. Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do Rio Mogi Guaçu. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.10, n.1, p.31-42, 2009.
- Petts, G. E.& Foster, I. D. L. (1985) Rivers and Landscape. Edward Arnold , London.



Zancopé, Márcio Henrique de Campos. Análise morfodinâmica do Rio Mogi Guaçu / Marcio Henrique de Campos Zancopé. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP : [s.n.], 2008.